

**MEREKABENTUK PENGAWAL UNTUK
MEKANISMA SISTEM ALAT PENGANGKAT
MENGUNAKAN PLC DAN FLC**

MOHD RAMZI BIN ABDUL HAMID

MEI 2007

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kawalan, Instrumentasi dan Automasi).”

Tandatangan : 

Nama Penyelia : PN SALEHA BT MOHAMAD SALEH

Tarikh : MEI 2007

**MEREKABENTUK PENGAWAL UNTUK MEKANISMA SISTEM ALAT
PENGANGKAT MENGGUNAKAN PLC DAN FUZZY LOGIC**

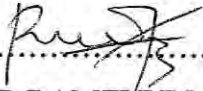
MOHD RAMZI BIN ABDUL HAMID

Laporan projek ini dikemukakan sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik
(Kawalan, Instrumentasi dan Automasi)

Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2007

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan : 

Nama : MOHD RAMZI BIN ABDUL HAMID

Tarikh : MEI 2007

*Untuk emak dan abah khasnya,
Setinggi-tinggipenghargaan di atas kasih sayang, jasa dan pengorbanan
yang dicurahkan untuk kejayaan anakmu ini
Segala pengorbanan akan tetap ku kenang
Sehingga akhir hayatku.....
Untuk adik-adik tercinta,
Untuk penyelia dan guru-guruku,
Untuk seluruh umat manusia,
Terima kasih atas doa dan kasih sayang dari kalian semua.....*

PENGHARGAAN

Assalamualaikum dan Selamat Sejahtera. Di sini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi kesyukuran ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnianya dapat saya menyiapkan Laporan Projek Sarjana Muda ini dengan jayanya. Saya ingin juga mengucapkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada mereka yang terlibat secara langsung di sepanjang projek ini dijalankan kerana memberi sokongan dan tunjuk ajar serta segala cadangan yang saya terima sepanjang saya menjalankan projek “Merekabentuk Pengawal Untuk Mekanisma Sistem Alat Pengangkat Menggunakan PLC dan Fuzzy” ini.

Setinggi-tinggi ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada penyelia saya untuk projek ini iaitu Puan Saleha Bt Mohamad Saleh di atas segala tunjuk ajar serta bimbingan beliau kepada saya di sepanjang proses menjalankan Projek Sarjana Muda ini. Hasil daripada pengawasan beliau, saya berpeluang menimba ilmu yang baru mengenai perkakasan dan perisian yang saya gunakan di dalam pelaksanaan projek ini.

Tidak lupa juga saya ingin merakamkan penghargaan ini kepada kaum keluarga saya serta rakan-rakan seperjuangan (4 BEKC) yang banyak memberi tunjuk ajar serta pertolongan dari segi perkongsian ilmu dan maklumat mahupun dari segi kewangan.

Saya juga ingin turut mengucapkan terima kasih juga kepada individu-individu yang membantu secara langsung atau tidak langsung kepada proses pelaksanaan projek saya ini. Semoga Allah S.W.T merahmati serta membalas budi anda semua terhadap saya.

ABSTRAK

Sistem alat pengangkat ialah sejenis sistem yang digunakan untuk mengangkat beban semasa melakukan sesuatu kerja pemindahan barang dan sebagainya di pelbagai tempat. Projek yang dijalankan ini akan menunjukkan sejauh mana keberkesanan sistem alat pengangkat iaitu kren gantri dalam sistem operasinya yang dikawal oleh dua sistem pengawal yang berbeza iaitu *Programmable Logic Controller (PLC)* dan *Fuzzy Logic Controller (FLC)*. Fokus utama projek ini adalah untuk mengkaji, merekabentuk dan menganalisis keberkesanan sistem antara *Programmable Logic Controller (PLC)* dan *Fuzzy Logic Controller (FLC)* yang akan diaplikasikan terhadap sistem kren gantri. Oleh yang demikian, pemahaman terhadap konsep penggunaan kren gantri dan masalah yang dihadapi adalah penting dalam mewujudkan satu sistem yang lancar dan berkesan setelah diaplikasikan dua pengawal tersebut. Dalam projek ini prototaip yang direkabentuk akan dikawal oleh pengawal *Programmable Logic Controller (PLC)* sepenuhnya dan pengawal *Fuzzy Logic Controller (FLC)* akan dibangunkan untuk mengawal kren gantri supaya mengurangkan goyangan atau ayunan semasa beroperasi dengan menggunakan perisian *Matlab*. Analisis keberkesanan keseluruhan sistem dibuat antara dua pengawal tersebut di akhir projek ini.

ABSTRACT

Hoisting mechanism system is one system that is used to take up the heavy load in the process to transfer objects from one place to another place. This project will be carried out the efficiency of hoisting mechanism system; gantry crane, in its operation that are controlled by two different controller systems; *Programmable Logic Controller (PLC)* and *Fuzzy Logic Controller (FLC)*. The main focus from this project is to find out, design and analyze the efficiency between *Programmable Logic Controller (PLC)* and *Fuzzy Logic Controller (FLC)* that will be used on gantry crane. So, the important thing is to understand the use of gantry crane concept and its problems in the way to generate a smooth and efficient system. Prototype that was designed in this project fully controlled by *Programmable Logic Controller (PLC)*, while the *Fuzzy Logic Controller (FLC)* developed to control the gantry crane to reduce the oscillation in the operation by using *Matlab* software. Analysis of the effectiveness or successes of this overall system are measured by both of the controller at the end of the projects.

ISI KANDUNGAN

| BAB | PERKARA | HALAMAN |
|------------|------------------------------|----------------|
| | PENGESAHAN PENYELIA | |
| | TAJUK | |
| | PENGAKUAN | ii |
| | DEDIKASI | iii |
| | PENGHARGAAN | iv |
| | ABSTRAK | v |
| | ISI KANDUNGAN | vii |
| | SENARAI JADUAL | xi |
| | SENARAI RAJAH | xii |
| | SENARAI LAMPIRAN | xv |
| | | |
| I | PENDAHULUAN | |
| | 1.1 Pengenalan | 1 |
| | 1.2 Objektif | 2 |
| | 1.3 Skop projek | 3 |
| | 1.3.1 Carta alir skop projek | 4 |
| | 1.4 Pernyataan masalah | |
| | 1.4.1 Masalah kren gantri | 5 |
| | 1.4.2 Cadangan penyelesaian | 5 |

| | | |
|------------|---|----|
| II | KAJIAN ILMIAH | |
| | 2.1 Pengenalan | 7 |
| | 2.2 Kajian 1 | 7 |
| | 2.3 Kajian 2 | 9 |
| | 2.4 Teknologi sistem fuzzy | |
| | 2.4.1 Kendalian fuzzy, klasifikasi fuzzy dan diagnosis fuzzy | 10 |
| III | METODOLOGI | |
| | 3.1 Pengenalan | 13 |
| | 3.2 Metodologi projek | 13 |
| | 3.2.1 Carta alir metodologi projek | 15 |
| | 3.2 Perancangan projek | 16 |
| IV | KONSEP DAN PEMBANGUNAN PROJEK | |
| | 4.1 Pengenalan | 17 |
| | 4.2 Programmable Logic Controller (PLC) | 17 |
| | 4.2.1 Program PLC | 19 |
| | 4.3 Fuzzy Logic Controller (FLC) | 20 |
| | 4.3.1 Pengawal Logik Fuzzy | 20 |
| | 4.3.2 Set Fuzzy | 21 |
| | 4.4 Operasi prototaip kren gantri | 22 |
| | 4.5 Lakaran Prototaip | 23 |
| | 4.5.1 Rekabentuk | 24 |
| | 4.6 Prototaip | 26 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.7 | Perkakasan | |
| 4.7.1 | Motor | 27 |
| 4.7.2 | Sensor (suis mikro) | 29 |
| 4.7.3 | Lampu (pilot light) | 30 |
| 4.7.4 | Kotak kawalan | 31 |
| 4.7.5 | Litar forward reverse | 33 |
| 4.8 | Senarai masukan/keluaran | |
| 4.8.1 | Masukan (input) | 34 |
| 4.8.2 | Keluaran (output) | 35 |
| 4.9 | Program PLC | |
| 4.9.1 | Gambarajah tangga | 36 |
| 4.9.2 | Pecahan operasi kren gantri mengikut gambarajah tangga | 40 |
| 4.10 | Program fuzzy | |
| 4.10.1 | Pengawal fuzzy logic | 45 |
| 4.10.2 | Masukan (input) | 46 |
| 4.10.3 | Keluaran (output) | 48 |
| 4.10.4 | Rule base | 49 |
| 4.10.5 | Rule viewer | 50 |
| 4.10.6 | Surface viewer | 51 |

V

EKSPERIMEN

| | | |
|-----|---|----|
| 5.1 | Ekspeimen 1 : Menguji litar <i>forward reverse</i> bagi motor arus terus 12V | 52 |
| 5.2 | Eksperimen 2 :Menguji keberfungsian pendawaian kotak kawalan dengan PLC (CQM1H) | 55 |
| 5.3 | Eksperimen 3 :Menguji keberfungsian <i>pilot light</i> pada kotak kawalan untuk keseluruhan operasi kren gantri | 57 |

| | | |
|-----|---|----|
| 5.4 | Eksperimen 4 :Menguji keseluruhan operasi kren gantri dengan menyambungkan bahagian perkakasan dan perisian | 58 |
|-----|---|----|

VI

KEPUTUSAN DAN ANALISIS

| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 6.1 | Perkakasan | 60 |
| 6.2 | Perisian | 65 |
| 6.3 | Analisis | 67 |
| 6.3.1 | Programmable logic controller | 67 |
| 6.3.2 | Fuzzy logic controller | 67 |

VII

HASIL DAN KESIMPULAN

| | | |
|-------|-----------------------|----|
| 7.1 | Hasil | 68 |
| 7.1.1 | Masalah yang dihadapi | 69 |
| 7.2 | Perbincangan | 70 |
| 7.3 | Cadangan | 70 |
| 7.4 | Kesimpulan | 71 |

| | |
|----------------|----|
| RUJUKAN | 72 |
|----------------|----|

LAMPIRAN

| | |
|------------|----|
| Lampiran A | 73 |
| Lampiran B | 78 |
| Lampiran C | 81 |

SENARAI JADUAL

| NO | TAJUK | HALAMAN |
|-----------|--|----------------|
| 3.1 | Perancangan Projek | 16 |
| 4.1 | Senarai masukan (input) | 34 |
| 4.2 | Senarai keluaran (output) | 35 |
| 5.1 | Pemerhatian bagi eksperimen <i>forward reverse</i> motor arus terus 12V | 53 |

SENARAI RAJAH

| NO | TAJUK | HALAMAN |
|--------|--|---------|
| 1.1 | Carta alir skop projek | 4 |
| 2.1 | Turutan operasi kren | 8 |
| 2.2 | Model mekanikal bagi troli kren | 9 |
| 2.3 | Sistem <i>Fuzzy</i> | 10 |
| 2.4 | Sistem kendali <i>Fuzzy</i> | 11 |
| 2.5 | Sistem klasifikasi <i>Fuzzy</i> | 11 |
| 2.6 | Sistem diagnosis <i>Fuzzy</i> | 12 |
| 3.1 | Carta alir metodologi projek | 15 |
| 4.1 | Gambarajah tangga (Ladder Diagram) | 19 |
| 4.2 | Set klasik dan Fuzzy | 21 |
| 4.3 | Carta alir operasi prototaip | 22 |
| 4.4 | Pandangan hadapan prototaip kren gantri | 24 |
| 4.5 | Pandangan atas prototaip kren gantri | 25 |
| 4.6 | Pandangan hadapan prototaip kren gantri | 26 |
| 4.7 | Motor arus terus | 27 |
| 4.8 | Suis mikro | 29 |
| 4.9 | <i>pilot light 24V</i> | 30 |
| 4.10 | Pandangan hadapan kotak kawalan | 31 |
| 4.11 | Pandangan belakang kotak kawalan | 32 |
| 4.12 | Pandangan bahagian dalam kotak kawalan | 32 |
| 4.13 | Sambungan litar <i>forward reverse</i> | 33 |
| 4.14 | Gambarajah tangga operasi kren gantri | 39 |
| 4.14.1 | Gambarajah tangga motor 3 <i>Forward</i> dan <i>Timer 1</i> beroperasi | 40 |
| 4.14.2 | Gambarajah tangga motor 2 <i>Forward</i> beroperasi | 41 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.14.3 | Gambarajah tangga motor 1 <i>Forward</i> beroperasi | 41 |
| 4.14.4 | Gambarajah tangga motor 2 <i>Reverse</i> beroperasi | 42 |
| 4.14.5 | Gambarajah tangga motor 3 <i>reverse</i> dan <i>Timer 2</i> beroperasi | 42 |
| 4.14.6 | Gambarajah tangga <i>End Lamp</i> dan <i>Pushbutton Return</i> beroperasi | 43 |
| 4.14.7 | Gambarajah tangga motor 2 <i>Forward</i> beroperasi | 43 |
| 4.14.8 | Gambarajah tangga motor 1 <i>Reverse</i> beroperasi | 44 |
| 4.14.9 | Gambarajah tangga motor 2 <i>Reverse</i> beroperasi | 44 |
| 4.15 | Blok diagram pengawal Fuzzy Logic | 45 |
| 4.16 | Graf <i>membership function</i> bagi masukan (input) pertama | 46 |
| 4.17 | Graf <i>membership function</i> bagi masukan (input) kedua | 47 |
| 4.18 | Graf <i>membership function</i> bagi keluaran (output) | 48 |
| 4.19 | Rule base | 49 |
| 4.20 | Rule viewer | 50 |
| 4.21 | Surface viewer | 51 |
| 5.1 | Litar <i>forward reverse</i> motor dc 12V | 52 |
| 5.2 | Penyambungan litar <i>forward reverse</i> dengan motor dc 12V | 54 |
| 5.3 | Penyambungan wayar antara PLC dan kotak kawalan | 55 |
| 5.4 | Pendawaian keseluruhan bagi kotak kawalan | 56 |
| 5.5 | Penyambungan perkakasan dengan perisian | 58 |
| 6.1 | Prototaip kren gantri mengepit semasa menerima isyarat daripada perisian | 61 |
| 6.2 | Prototaip kren gantri mengangkat semasa menerima isyarat daripada perisian | 61 |
| 6.3 | Prototaip kren gantri bergerak ke kiri semasa menerima isyarat daripada perisian | 62 |
| 6.4 | Prototaip kren gantri menurun semasa menerima isyarat daripada perisian | 62 |
| 6.5 | Prototaip kren gantri melepaskan beban semasa menerima isyarat daripada perisian | 63 |
| 6.6 | Prototaip kren gantri menaik untuk kali kedua semasa menerima isyarat daripada perisian | 63 |

| | | |
|------|---|----|
| 6.7 | Prototaip kren gantri bergerak ke kanan semasa menerima isyarat daripada perisian | 64 |
| 6.8 | Prototaip kren gantri menurun semasa menerima isyarat daripada perisian | 64 |
| 6.9 | Kuasa motor beroperasi berdasarkan <i>rule</i> pertama | 65 |
| 6.10 | Kuasa motor beroperasi berdasarkan <i>rule</i> kedua | 66 |

SENARAI LAMPIRAN

| NO | TAJUK | HALAMAN |
|-----------|------------------------------|----------------|
| A | Gambarajah tangga | 74 |
| B | Spesifikasi motor arus terus | 79 |
| C | Pembentangan projek PSM 2 | 82 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Kajian dan projek yang dijalankan ini adalah berkenaan dengan merekabentuk pengawal bagi sistem alat pengangkat iaitu khusus kepada sistem kren gantri. Kajian dan projek merangkumi aspek-aspek merekabentuk dua jenis pengawal iaitu *Programmable Logic Controller (PLC)* menggunakan perisian *CX Programmer* dan *Fuzzy Logic Controller (FLC)* menggunakan perisian *Matlab*.

Dalam merekabentuk pengawal, terdapat banyak kaedah serta cara yang dilakukan. Diantaranya mengenalpasti kelemahan sistem kren gantri yang telah wujud pada hari ini. Pengawal yang diaplikasikan perlulah mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut contohnya ayunan semasa mengangkat dan membawa beban serta kelajuan sistem pengangkat semasa membawa beban ke tempat yang telah dikhaskan.

Merekabentuk pengawal yang terbaik merupakan satu cabaran dalam memastikan ia dapat beroperasi dengan cara yang sistematik dan efisien. Projek ini tertumpu kepada dua bahagian iaitu perkakasan dan perisian. Dalam bahagian perkakasan, prototaip kren gantri akan direkabentuk dan akan dikawal oleh *Programmable Logic Controller (PLC)* menggunakan perisian *CX Programmer*. Komponen yang penting dalam bahagian perkakasan adalah rekabentuk mekanikal kren gantri, motor dan sensor (suis mikro). Manakala dalam bahagian perisian pula, *Fuzzy Logic Controller (FLC)* akan mengawal model kren gantri yang akan dihasilkan menggunakan perisian *Matlab*.

Membuat pengawal yang baik merupakan satu kemahiran yang amat penting supaya ia memenuhi segala aspek yang akan dipertimbangkan. Sebenarnya dalam menyelesaikan sesuatu masalah beberapa aspek ketidaktentuan perlu diambil kira. Ini kerana sedikit sebanyak kepentingannya akan mempengaruhi operasi keseluruhan projek dan ia sememangnya tidak boleh diabaikan.

1.2 OBJEKTIF

Matlamat bagi projek ini adalah untuk merekabentuk dan mengenalpasti keberkesanan penggunaan pengawal terhadap sistem pengangkat iaitu kren gantri supaya ianya boleh beroperasi dengan baik. Tujuan diaplikasikan dua pengawal yang berbeza ini adalah untuk melihat kebolehan operasi keseluruhan sistem di antara dua pengawal tersebut. Objektif bagi projek ini adalah :

1. Merekabentuk dan menghasilkan prototaip alat pengangkat (kren gantri) yang dikawal oleh *Programmable Logic Controller (PLC)*.
2. Merekabentuk dan menghasilkan pengawal alat pengangkat (kren gantri) yang dikawal oleh *Fuzzy Logic Controller (FLC)* menggunakan perisian *Matlab*.
3. Menganalisis keberkesanan sistem *Programmable Logic Controller (PLC)* dan *Fuzzy Logic Controller (FLC)*.

1.3 SKOP PROJEK

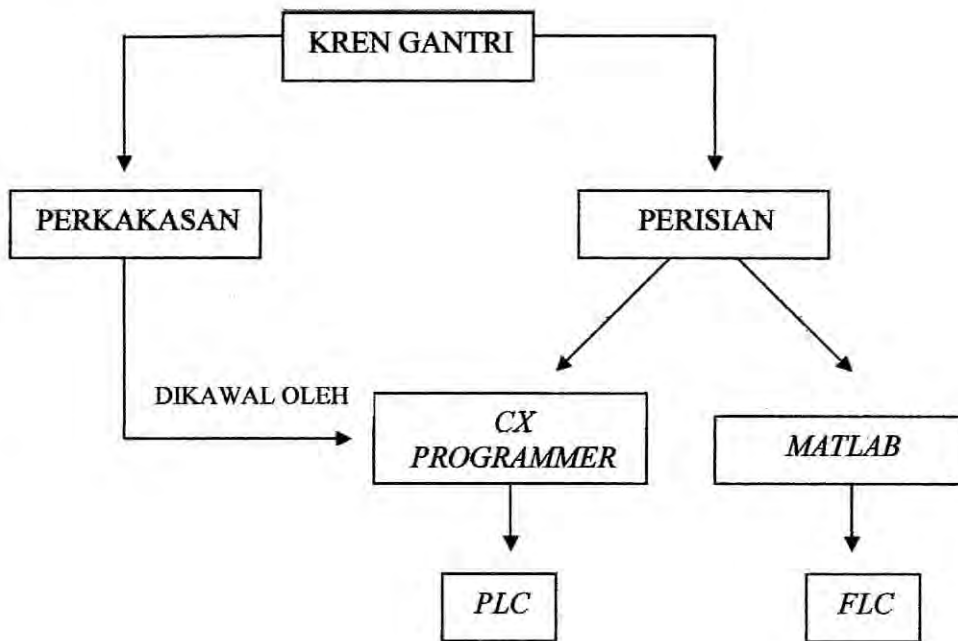
Melalui projek ini, prototaip yang akan direkabentuk dan dihasilkan mestilah berjaya mengaplikasikan sistem kren gantri sepertimana yang dikehendaki. Prototaip ini dikawal oleh *Programmable Logic Controller (PLC)* sepenuhnya.

Programmable Logic Controller (PLC) yang digunakan tersebut telah dibangunkan menggunakan perisian *CX-Programmer (OMRON)*. Bahagian prototaip pula telah direkabentuk dan dihasilkan menggunakan bahan asas utama iaitu aluminium, motor, *gear*, sensor (suis mikro) dan perkakasan lain. Pada bahagian perkakasan ini, motor dan *gear* adalah komponen yang paling penting kerana aplikasinya menyeluruh. Motor yang digunakan adalah jenis motor arus terus 12V.

Pada bahagian perisian pula, *Fuzzy Logic Controller (FLC)* dibangunkan menggunakan perisian *Matlab*. Dalam bahagian ini, *Fuzzy Logic Controller (FLC)* dijadikan sebagai pengawal kepada sistem operasi kren gantri berdasarkan *Fuzzy rule base* yang telah ditetapkan. Pengawal ini dibangunkan berdasarkan dua masukan dan satu keluaran supaya dapat mengurangkan ayunan semasa kren gantri mengangkat dan mengalihkan beban.

1.3.1 CARTA ALIR SKOP PROJEK

Dalam rajah 1.1 di bawah, dapat diperhatikan bahawa carta alir skop projek merekabentuk kren gantri ini terbahagi kepada dua bahagian utama iaitu bahagian perkakasan dan bahagian perisian. Prototaip direkabentuk dalam bahagian perkakasan dan dikawal oleh perisian PLC menggunakan perisian *CX Programmer*. Pengawal FLC pula direkabentuk menggunakan perisian *Matlab* yang bertujuan untuk mengawal operasi kren gantri.



Rajah 1.1 : Carta alir skop projek

1.4 PERNYATAAN MASALAH

1.4.1 MASALAH KREN GANTRI

Masalah mekanisme alat pengangkat (kren gantri) sentiasa wujud dalam industri pada hari ini. Masalah–masalah tersebut telah mengganggu operasi kren gantri dan seterusnya menyebabkan operasi sesuatu kren gantri tidak sempurna dan banyak mendatangkan musibah kepada para pekerja dan barang yang diangkat ataupun dialihkan itu sendiri. Masalah utama kren gantri yang wujud pada hari ini adalah berdasarkan kepada:

- Keberkesanan mengawal pergerakan (momentum) alat pengangkat dan beban yang diangkat supaya tidak bergoyang
- Kawalan pergerakan alat pengangkat (*hoist*) supaya berjaya menggerakkan beban diantara 2 tempat yang berbeza

1.4.2 CADANGAN PENYELESAIAN

Oleh yang demikian, masalah–masalah tersebut haruslah diatasi supaya kecekapan operasi sesebuah kren gantri akan dapat dipertingkatkan. Masalah–masalah tersebut diselesaikan di dalam projek ini dengan mengaplikasikan dua pengawal yang sesuai untuk mengawal sistem kren gantri iaitu *Programmable Logic Controller (PLC)* dan *Fuzzy Logic Controller (FLC)*. Oleh itu pengawalan motor dan rekabentuk mekanikal prototaip amat penting untuk mendapatkan keputusan sempurna. Projek ini akan menghasilkan:

- Mengawal keberkesanan pelaksanaan motor dan momentum alat pengangkat iaitu kren gantri menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)* dalam bahagian perkakasan.
- Mengawal motor dengan pelaksanaan yang baik berdasarkan mengangkat beban menggunakan *Fuzzy Logic Controller (FLC)* dalam bahagian perisian.

BAB II

KAJIAN ILMIAH (LITERATUR)

2.1 PENGENALAN

Bab ini akan menerangkan kajian – kajian yang dibuat terlebih dahulu oleh orang perseorangan ataupun projek – projek yang telah dijalankan oleh sesebuah syarikat. Kajian yang telah dipilih adalah berdasarkan operasi yang berkaitan mengenai kren gantri yang akan direkabentuk. Kajian – kajian ini telah diambil dari laman web internet dan dialih bahasa supaya dapat difahami dengan lebih jelas.

2.2 KAJIAN 1

**“Optimal path planning for a trolley crane: fast and smooth transfer of load”
(J.J. Hamalainen, A. Marttinen, L. Baharova, J. Virkkunen, 1995) [1]**

Membincangkan berkenaan merekabentuk kelajuan rujukan untuk kren troli berdasarkan kelancaran membawa dan memindahkan beban. Kelajuan operasi adalah penentu kepada rekabentuk fizikal sesuatu kren. Masalah perancangan laluan untuk kren troli membawa dan memindahkan beban terbahagi kepada 5 fasa iaitu:

- 1) Pergerakan mengangkat beban ke atas pada satah *vertical*
- 2) Kelajuan troli semasa masih lagi mengangkat barang (beban)
- 3) Pergerakan troli dengan halaju maksimum pada satah horizontal tanpa mengangkat barang (beban)
- 4) Troli mengurangkan kelajuan semasa alat pengangkat menurunkan beban
- 5) Pergerakan alat pengangkat semasa menurunkan beban